

GIS-based Study on Land Use and Landscape Pattern Change and Their Influence on Eco-environment – A Case Study of Miyun County

Wang Zhen¹, Liu Huiping², Wang Tiechun², Lun Fei¹, Xu Ruina¹

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing, China)¹
(Beijing Normal University, Beijing, China)²

Abstract—In the fields of global environment change and sustainable development, analysis of land uses and landscape patterns plays a very important part. Using the TM remote sensing images of Miyun County in the years of 1997, 2001 and 2007, this paper made them interpreted and classified. This paper analyzed the changes of land uses and landscape patterns in Miyun County according to the land use type transfer matrix and landscape pattern indices, and made an assessment of the ecological environment by using ecosystem service value per unit area of different terrestrial ecosystem types in China. The result showed that the main land use types of the study area are forest land, grassland and agricultural land, and grassland decreased and construction land increased under human influences. The diversity of the area was low and the increment of the degree of fragmentation was relatively significant. The overall ecological value of the area lay in the middle or high levels and didn't change much during the study periods. The temporal and spatial variations of ecological values demonstrated the influences of land use and landscape pattern changes and structures towards the ecological environment.

Keywords—GIS、Ecological Value、Miyun County

I. 引言

土地利用与土地覆被变化是全球环境变化的重要组成部分及主要原因之一^[1]。一方面,土地覆被变化是土地利用变化的直接响应;另一方面,土地利用/覆被变化对气候、生物地球化学以及生物多样性等有重要影响^[2]。目前,区域土地利用/土地覆被变化(LUCC)研究在国内外普遍展开,并成为地理学综合研究的国际性前沿课题^[3]。而应用RS、GIS技术有助于LUCC的动态监测。LUCC不仅能引起地表景观及结构的变化,还将导致生态系统的变动,从而间接影响区域的生态环境。因此,研究区域LUCC对于该区域可持续发展具有重要意义。

景观格局是指景观的组分构成及其在空间分布的形式,是景观异质性最具体的表现;通过景观格局变化研究,可以在景观尺度上对区域环境变化进行分析,进而揭示景观格局的空间关系,并在此基础上分析格局演变的驱动因素^[4]。LUCC的生态环境效应研究即属景观生态学的格局与过程研究范畴;景观格局分析中的多样性、破碎度、聚集度等景观指数,可在一定程度上从空间格局反映景观功能的变化^[2],进而体现出生态环境效应的变化。

生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务,自然资源含有多种与其生态服务功能相应的价值,通常人们用市场估值法和消费者支付意愿法来评估^[5]。Costanza等人利用该方法测算了全球16个不同土地利用/覆被类型对应的生态系统

服务功能的经济价值,可以依据这些经济价值间的比关系,并结合研究区的特点合理地调整不同土地利用/覆被类型的经济价值,评估区域生态环境价值。

本研究以北京市密云县为研究区。密云县地处京津冀三角地区,随着北京和天津两大城市经济的高速发展,密云县利用其区位优势,为两市的科技和经济要素外向型扩散和迁移提供了极大的便利。与此同时,随着人口、社会经济活动的增加,密云县的生态与环境所承受的压力也随之加剧^[6]。其中,北京最大的饮用水源地密云水库^[7]及其周边地区的土地利用/覆被变化对密云县的生态环境乃至北京市的发展都具有极大的影响。

II. 数据来源与研究方法

A. 数据来源与处理

本文选取密云县1997年、2001年及2007年三期TM影像作为源数据,通过遥感解译获得土地利用分类图。且在土地利用、景观格局及生态环境变化的分析中参考并使用密云县行政区划图及相关统计资料。

研究区采用1984年全国农业区划委员会“土地利用现状调查技术规程”中的一级分类系统将密云县土地利用划分为耕地、园地、林地、草地、建设用地、交通用地、水域和未利用土地等8中土地利用类型。由于耕地与园地同属农田,其生态环境效益的经济价值可视为相同^[5],因此可将这两种土地利用类型合并为农用地进行土地利用、景观格局及生态环境变化的分析。

B. 研究方法

本文运用ERDAS软件,采用监督分类与人工修正相结合的方法对研究区进行土地利用分类,从而获得不同时期土地利用分类图。利用Fragstats软件结合Arc/Info的空间分析功能计算景观多样性指数、破碎度指数、面积加权平均斑块分维数等景观格局指数。上述指数的计算公式详见文献^{[7]-[9]}。土地利用转移矩阵则可以全面而又具体地刻画区域土地利用变化的结构特征与各用地类型变化的方向。对不同土地利用类型进行编号(编号小于10),利用ArcGIS软件进行空间叠加运算,按照公式(1)计算每一个地块的 Z_{ij} 值,并对其进行统计生成土地利用转移矩阵。其意义在于它不仅反映研究期初、研究期末的土地利用类型结构,同时还可以反映研究时段内各土地利用类型的转移变化情况,便于了解研究期初各类型土地的流失去向以及研究期末各土地利用类型的来源与构成。据此,可以对密云县不同时期土地利用情况进行分析^[10]。

$$Z_{ij} = X * 10 + Y \quad (1)$$

(X: i 时期土地利用类型编号; Y: j 时期土地利用类型编号; Z_{ij}: i 时期到 j 时期土地利用类型的变化)

依据 Costanza 等人对全球不同生态系统类型服务功能价值测算的结果, 对不同土地利用类型生态环境效益的经济价值进行赋值。由于 Costanza 等人的测算结果可能存在较大偏差, 如对耕地的估计过低, 对湿地又偏高等, 为此本文采用在此基础上结合我国现状修改制得的“中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表”^[5]。根据密云水库的重要地位及其对生态环境的重要影响, 将研究区内水域的生态服务价值赋为 1, 依据各土地利用类型生态服务价值间的比例关系, 依次算得不同土地利用类型的相对生态服务价值 (见表 1)。其次, 研究区不同的土地利用类型对照表 1 中的相对生态服务价值加权求和, 从而求得不同时期该区域总体生态服务价值。最后, 对比不同时期该区域的总体生态价值, 并结合土地利用及景观格局的变化状况, 定量地分析其变化对生态环境的变化所产生的影响。

表 1 密云县不同土地利用类型相对生态价值

| 土地利用类型 | 林地 | 草地 | 农用地 | 居民地 | 未利用地 | 水域 | 交通用地 |
|--------|-------|-------|------|-------|-------|-----|-------|
| 相对生态价值 | 0.475 | 0.157 | 0.15 | 0.007 | 0.017 | 1.0 | 0.007 |

III. 结果分析

A. 土地利用及景观格局变化

(1) 土地利用总体变化

1997~2007 年间研究区内土地利用类型的结构变化不大。由于密云县独特的地理区位, 林地在各时期均为占地面积最大的土地利用类型, 其次为草地及农用地 (表 2)。各用地类型的面积随时间有不同程度的增减: 林地及建设用地有所增加; 草地及水域有逐年下降的趋势; 农用地及交通用地有不同程度的波动, 变化较小。研究区景观格局变动较为明显, 体现在各用地类型斑块数及平均斑块面积的变化。其中, 林地、农用地、建设用地、水域及交通用地等用地类型的斑块数在研究时段内均有较大改变; 平均斑块面积以水域和交通用地的变动最为明显。

各用地类型中, 林地在 1997~2001 年间总面积及平均斑块面积同时增加, 这是由于植树造林对林地及生态环境的保护, 使得原来位于林地之间的其他用地类型转变成林地, 从而使得林地的斑块数较少, 总面积增加。草地的斑块数逐年上升, 这主要是人类活动破坏了原有的连片草地所导致的, 对草地的开垦及占用是其面积及平均斑块面积减少的主要原因。1997~2001 年间水域总面积在减少而平均斑块面积反而增加, 这主要是一些支流水域干涸或被其他用地类型所占用导致斑块数大幅下降, 从而使得总面积减少而平均斑块面积却升高。随着经济的发展, 建设用地面积不断增加, 2001~2007 年间斑块数的迅猛增加表明建设用地受人类活动干扰最为显著。农用地及交通用地相对稳定, 其共同点为斑块数增加较为明显而总面积变化不大。其中交通用地斑块数的增加会一定程度地导致其他用

地类型的破碎。交通道路穿过其他用地类型将原有的斑块切分成若干小斑块, 从而导致其他用地类型斑块数总体呈上升趋势。

表 2 密云县土地利用总体变化特征

| 指数 | 时期 | 林地 | 草地 | 农用地 | 建设用地 | 未利用地 | 水域 | 交通用地 | 总计 |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|--------|-------|--------|
| 斑块数 | 1997 | 12883 | 12321 | 6993 | 5335 | 1401 | 2550 | 9 | 41492 |
| | 2001 | 9524 | 21339 | 5741 | 1609 | 1042 | 64 | 217 | 39536 |
| | 2007 | 14166 | 27797 | 23749 | 12578 | 2804 | 326 | 1564 | 82984 |
| 斑块总面积 (%) | 1997 | 46.94 | 27.16 | 11.73 | 4.33 | 0.82 | 8.64 | 0.38 | 100 |
| | 2001 | 58.48 | 15.72 | 15.32 | 4.73 | 1.05 | 4.50 | 0.20 | 100 |
| | 2007 | 58.23 | 12.42 | 13.19 | 8.26 | 3.64 | 3.78 | 0.48 | 100 |
| 平均斑块面积 (hm ²) | 1997 | 8.10 | 4.90 | 3.73 | 1.81 | 1.28 | 7.54 | 94.71 | 122.07 |
| | 2001 | 13.67 | 1.64 | 5.94 | 6.55 | 2.25 | 156.54 | 1.96 | 188.55 |
| | 2007 | 9.14 | 0.99 | 3.01 | 1.46 | 2.89 | 25.79 | 0.68 | 43.96 |

(2) 土地利用转移矩阵

表 3 与表 4 分别为 1997~2001 年 (前段) 及 2001~2007 年 (后段) 土地利用转移矩阵, 从中可得出: I、水域在后段时间变动远小于前段时间。由此可见, 政府及人民认识到密云水库及水域在生态环境中的重要作用, 采取相关措施有效地保护了研究区内的水域。II、林地是较为稳定的用地类型。林地向其他用地类型的转化仅为 20% 左右 (表 3、表 4), 且主要转为草地。其他用地类型均有较高比例向林地的转化, 以草地与农用地较为突出, 这主要是人工造林及退耕还林的结果。且从表 3 与表 4 的对比中可以发现, 后段时间向林地的转化明显增多。III、变化较大的用地类型为草地、未利用地及交通用地。草地及未利用地相对易于开发, 因此向其它用地类型转化的比例较高, 变动较大。交通用地面积较小, 且其划分受遥感解译的影响较大, 因此其变动也相对较大。IV、建设用地在研究时间段内不同程度地向林地转换, 其中后段时间有 25% 转为林地。体现研究区对生态环境的重视程度有所提升。V、其他用地类型向农用地的转化比例仅次于林地, 其中未利用地的转化比例最高。表明当地农业较为发达, 且当地农村人口数占总人口一半以上, 亦是促使其他用地类型向农用地转化的主要原因之一。

表 3 密云县 1997—2001 年土地利用转移矩阵 (%)

| (单位: %) | 林地 | 草地 | 农用地 | 建设用地 | 未利用地 | 水域 | 交通用地 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 林地 | 82.99 | 15.40 | 1.51 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| 草地 | 58.98 | 25.33 | 11.33 | 4.18 | 0.13 | 0.03 | 0.02 |
| 农用地 | 14.15 | 5.31 | 73.41 | 5.95 | 0.99 | 0.07 | 0.12 |
| 建设用地 | 11.83 | 2.51 | 23.26 | 59.08 | 0.11 | 0.17 | 3.05 |
| 未利用地 | 14.66 | 2.69 | 42.47 | 22.62 | 16.90 | 0.11 | 0.56 |
| 水域 | 17.11 | 3.58 | 17.75 | 1.05 | 8.60 | 51.88 | 0.03 |
| 交通用地 | 37.51 | 14.03 | 22.66 | 17.10 | 0.49 | 0.72 | 7.49 |

表 4 密云县 2001—2007 年土地利用转移矩阵 (%)

| (单位: %) | 林地 | 草地 | 农用地 | 建设用地 | 未利用地 | 水域 | 交通用地 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 林地 | 77.16 | 17.13 | 3.62 | 0.88 | 0.22 | 0.98 | 0.02 |
| 草地 | 62.94 | 28.36 | 5.74 | 2.17 | 0.31 | 0.48 | 0.01 |
| 农用地 | 26.03 | 6.78 | 58.31 | 8.06 | 0.39 | 0.29 | 0.13 |
| 建设用地 | 25.95 | 8.54 | 29.20 | 32.65 | 1.77 | 0.37 | 1.52 |
| 未利用地 | 9.24 | 1.79 | 58.68 | 3.66 | 18.14 | 8.48 | 0.01 |
| 水域 | 2.80 | 0.55 | 2.39 | 1.01 | 0.52 | 92.68 | 0.05 |
| 交通用地 | 37.96 | 13.87 | 22.79 | 17.49 | 0.49 | 0.78 | 6.62 |

(3) 景观格局变化

景观多样性指数用以反映景观组分的多少以及各景观组分所占比例的差异, 体现了一个区域的景观组分的均衡程度。一般来说, 其值越大, 景观内各组分所占比例越均匀。研究区景观多样性总体偏低。这是因为区内林地占地

面积占总面积一半左右，且林地、草地及农用地三种用地类型面积之和超过研究区总面积的 80%（表 2），即各景观组分差异较大。该区不同时期多样性总体变化不大（见表 5），2001 年各景观组分所占比例差别最大，导致多样性降至最低。

景观破碎度能够直观地反映出各土地利用类型斑块的破碎程度，该指数用来放映人类活动对土地利用的干扰程度。研究区景观破碎度在 2001~2007 年间有巨大变化，表明该段时间人类活动对土地利用的干扰非常强烈。主要体现在各用地类型的斑块数均呈现显著的上升趋势。

表 5 密云县景观整体格局指数

| 景观整体格局指数 | 1997 年 | 2001 年 | 2007 年 |
|----------|---------|---------|----------|
| 景观多样性 | 0.6827 | 0.6054 | 0.6475 |
| 景观破碎度 | 7741.48 | 7019.47 | 30977.14 |

表 6 密云县景观组分格局指数

| 景观类别 格局指数 | 林地 | 草地 | 农用地 | 建设 用地 | 未利 用地 | 水域 | 交通 用地 |
|---------------------|--|------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|
| 景观 破碎度 | 1997 1589.7 2001 696.5 2007 1549.8 | 2513.2 13003.8 28076.8 | 1875.5 966.3 19238.6 | 2950.7 245.6 8614.4 | 1092.1 461.8 969.9 | 338.1 0.4 12.6 | 0.1 110.0 2298.5 |
| 面积加权 平均斑块 分维数 | 1997 1.29 2001 1.42 2007 1.38 | 1.34 1.28 1.21 | 1.25 1.28 1.19 | 1.16 1.18 1.19 | 1.12 1.14 1.20 | 1.22 1.23 1.23 | 1.60 1.16 1.42 |

在各景观组分中，草地、农用地以及建设用地的破碎度较高，表明其受人类活动干扰较为强烈。水域及林地的破碎度相对较低，说明人类活动对其影响有限。2001~2007 年间，受人类活动干扰最大的建设用地的破碎度却低于草地及农用地。一方面，当地对草地的开发及利用程度越来越高，使其破碎度明显升高；另一方面，这与当地建设用地比例较小，农村人口众多，农业较为突出有一定关系。农用地破碎度的不断升高，从宏观角度讲，不利于土地的节约集约利用，亦不利于当地农业的经营。水域的破碎度大幅下降，体现当地对水域的保护与重视。交通用地破碎度的增加，反映该区为经济发展，加快基础设施的建设。

分维数是用以反映某种土地利用类型其斑块复杂程度的，从而体现人类活动的干扰程度。其值越低，斑块形状越有规律，斑块受干扰程度越大。面积加权平均斑块分维数在对各个斑块的分维数进行平均时以面积为基准进行加权，主要反映大斑块形状的变化趋势，因此比分维数更能反映景观格局的变化^[3]。研究区林地与草地分维数较高，这与林地及草地的占地面积高有较大关系。建设用地及未利用地相对较低，说明其斑块形状有规律，体现人类对建设用地及未利用地的开发及利用程度较高。

B. 生态环境的影响评价

(1) 总体生态环境评价

依据表 1 中不同土地利用类型生态服务价值，计算研究区总体生态服务价值，见表 7。研究区生态价值属于中等偏高水平，且变化较小。由于该区域景观多样性较低，体现为以林地、草地及农用地为主要用地类型，且此三种土地利用类型的生态服务价值偏中，基本决定了当地生态

价值位于中上等，又由于其面积在研究时段内变化较小，使其总体生态价值变化不大。生态价值的稳定也表明该区土地利用及景观格局的变化对总体生态环境影响不大。当地经济发展的同时并未以牺牲生态环境为代价，基本实现了可持续发展。

表 7 1997—2007 年密云县总体生态价值

| 乡镇 | 1997 年 | 2001 年 | 2007 年 | 1997-2001 变率（%） | 2001-2007 变率（%） | 1997-2007 变率（%） |
|-------|--------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 全县 | 0.370 | 0.371 | 0.355 | 0.27 | -4.31% | -4.05 |
| 北庄乡 | 0.381 | 0.378 | 0.383 | -0.79 | 1.32 | 0.52 |
| 不老屯镇 | 0.486 | 0.424 | 0.366 | -12.76 | -13.68 | -24.69 |
| 大城子镇 | 0.312 | 0.365 | 0.362 | 16.99 | -0.82 | 16.03 |
| 东邵渠乡 | 0.324 | 0.326 | 0.324 | 0.62 | -0.61 | 0.00 |
| 冯家峪镇 | 0.402 | 0.437 | 0.415 | 8.71 | -5.03 | 3.23 |
| 高岭镇 | 0.311 | 0.313 | 0.3 | 0.64 | -4.15 | -3.54 |
| 古北口镇 | 0.263 | 0.343 | 0.339 | 30.42 | -1.17 | 28.90 |
| 河南寨镇 | 0.233 | 0.213 | 0.241 | -8.58 | 13.15 | 3.43 |
| 巨各庄镇 | 0.274 | 0.298 | 0.304 | 8.76 | 2.01 | 10.95 |
| 密云镇 | 0.119 | 0.084 | 0.104 | -29.41 | 23.81 | -12.61 |
| 穆家峪镇 | 0.437 | 0.422 | 0.412 | -3.43 | -2.37 | -5.72 |
| 石城乡 | 0.475 | 0.458 | 0.443 | -3.58 | -3.28 | -6.74 |
| 十里堡镇 | 0.161 | 0.128 | 0.115 | -20.50 | -10.16 | -28.57 |
| 太师屯镇 | 0.368 | 0.354 | 0.33 | -3.80 | -6.78 | -10.33 |
| 檀营满族乡 | 0.155 | 0.162 | 0.123 | 4.52 | -24.07 | -20.65 |
| 新城子乡 | 0.297 | 0.378 | 0.379 | 27.27 | 0.26 | 27.61 |
| 西田各庄镇 | 0.255 | 0.256 | 0.232 | 0.39 | -9.38 | -9.02 |
| 溪翁庄镇 | 0.564 | 0.487 | 0.443 | -13.65 | -9.03 | -21.45 |

(2) 生态环境的区域差异

尽管研究区在研究时段内总体生态价值变化不大，但由于林地面积占总面积 50%左右（表 2），分布比较集中，且其生态服务价值相对较高，因此生态价值存在一定的地域差异。将研究区 1997~2007 年间的平均生态价值进行聚类分析，将 18 个样本分为四类（图 1）。即生态价值很高区：冯家峪镇、石城乡、不老屯镇、溪翁庄镇及穆家峪镇；生态价值较高区：高岭镇、古北口镇、太师屯镇、新城子乡、北庄乡、大城子镇及东邵渠乡；生态价值较低区：西田各庄镇、巨各庄镇及河南寨镇；生态价值很低区：密云镇、十里堡镇及檀营满族乡。对照 2001 年密云县土地利用分类图（图 1），可以得出：密云水库及林地集中分布区基本属于生态价值很高区；林地、草地及农用地相间分布区属于生态价值较高区；农用地集中分布区基本属于生态价值较低区；密云镇及周边建设用地集中分布区，属于生态价值很低区。上述分析表明，研究区各乡镇生态价值基本体现其土地利用及景观结构。

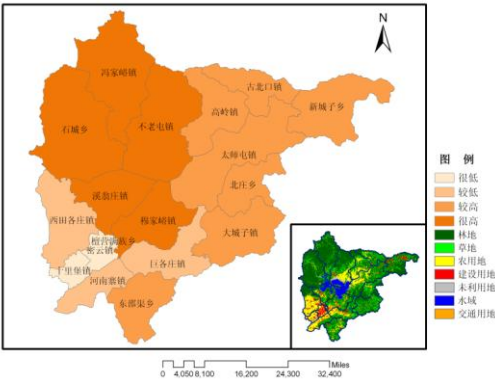


图 1 1997—2007 年密云县年均生态价值空间分布图

对研究区各时期生态价值进行聚类分析, 将生态价值分为 I—IV 四个等级, 其中 I 为最低等级, IV 为最高等级 (图 3)。1997~2001 年间, 总体生态价值等级略有上升。其中, 冯家峪镇与穆家峪镇由 II 级升为 I 级, 主要由于林地面积的增加, 人工造林是林地增加的主要原因; 高岭镇、古北口镇、新城子乡、大城子镇、巨各庄镇及东部渠乡等六个乡镇由 III 级升为 II 级, 这是由于草地向林地的大幅度转化所致。2001~2007 年间, 生态价值等级略有下降。其中, 不老屯镇由 I 级降为 II 级, 主要原因为农用地面积减少, 建设用地面积增加; 巨各庄镇与高岭镇由 II 级降为 III 级, 其共同原因为建设用地的增多, 且巨各庄镇的草地及高岭镇的农用地面积均有所下降。

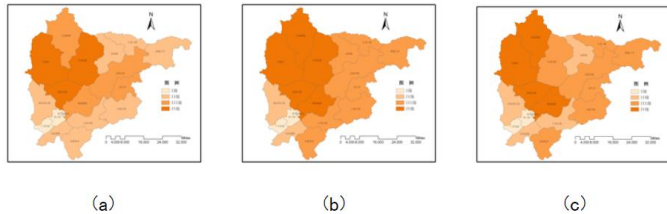


图 2 (a): 1997 年密云县生态价值等级空间分布图; (b): 2001 年密云县生态价值等级空间分布图; (c): 2007 年密云县生态价值等级空间分布图

综上分析, 密云水库及其周边地区的生态价值在研究时段内持续处于高水平, 且并无明显变化。西北部林地集中分布区生态价值处于较高水平, 仅个别乡镇有较小波动。东部林地、草地及农用地相间分布区由于受人类活动干扰较为强烈, 因此其生态价值随时间变动相对较大。西南部建设用地集中分布区, 由于位于密云县城附近, 受经济发展的影响, 受人类活动干扰最为强烈, 因此其生态价值一直处于全县最低水平。密云县生态价值的空间差异及其动态变化基本反映了其土地利用与景观格局的结构与变化。密云水库及密云县西北部林地集中分布区的持续较高的生态价值, 表明当地对此两种用地类型的保护; 西南部的持续最低的生态价值, 体现该区域为当地经济发展的核心区域, 东部处于中等水平的生态价值, 反映该区域以农业发展为主。

IV. 结论与讨论

(1) 土地利用变化分析中, 研究区在研究时段内用地类型主要以林地、草地及农用地为主, 且占很大比重, 草地、建设用地及水域面积变动相对较大。根据土地利用转移矩阵分析, 表明建设用地面积增加, 主要来自未利用地及农用地的转化; 草地面积减少, 主要转化为林地; 水域面积的减少集中在 1997~2001 年间, 且主要转化为林地及草地, 其主要原因为为此段期间研究区较为干旱, 水域面积迅速减少, 自然因素为其缩减的主导因素。研究区总体的斑块数呈现上升趋势, 平均斑块面积则呈现下降趋势, 表明人类活动是该区土地利用结构变化的主导因素。

(2) 依据景观格局指数, 研究区景观多样性较低, 景观组分均衡度较差。表现为林地、草地及农用地占该区总面积的 80% 以上。景观破碎度较高, 且在 2001~2007 年间显著上升。各景观组分中, 草地、农用地及建设用地的景观

破碎度相对较高, 这是由于这三种用地类型较其他用地类型易于开发, 受人类干扰程度偏高。面积加权平均斑块分维数的分析中, 建设用地与未利用地最低, 表明其开发及利用率较高。

(3) 生态环境评价中, 研究区生态价值处于中高水平, 且变化不大。由于该区各用地类型分布较为集中, 因此生态价值存在一定的地域差异。密云水库及其周边区域生态价值最高, 西北部林地集中分布区次之, 东部园地及草地相间分布区域相对较低, 西南部建设用地集中分布的县城区域最低。生态价值的空间差异反映了土地利用及景观格局结构对生态环境的影响。土地利用结构的改变伴随着生态环境的相应变化, 体现为 1997~2001 年间一些乡镇林地面积的增加使其生态价值等级相应升高, 而 2001~2007 年间, 个别乡镇建设用地面积的升高导致其生态价值等级的下降。研究区的生态价值的稳定表明区域发展进步的同时, 保护了生态环境, 基本实现了可持续发展的目标。

(4) 利用 ERDAS 对 TM 遥感影像进行监督分类会存在一定的误差, 而且这些误差会直接导致土地利用转移矩阵以及各种景观格局指数的偏差。其中未利用地及交通用地的分类误差相对较大, 导致其景观格局指数有一定不确定性, 但由于其斑块总面积及相对生态价值都极小, 对本研究不会有太大影响。

References

- [1] Baiming Chen, Xinwei Liu, Hong Yang, Review of Most Recent Progresses of Study on Land Use and Land Cover Change. Progress in geography, 2003, 22(1): 22-29 (In Chinese).
- [2] Zhang Jiping, Chang Xueli, Land use change and its ecological effect in Huhhot City based on 3S technology. Chinese Journal of Ecology, 2008, 27(12): 2184-2189 (In Chinese).
- [3] Jian Peng, Yanglin Wang, Land Use Change and Its Ecological Effect in the Ecotone of Northwest of Yunnan Province, China: A Case Study of Yongsheng County. Acta Geographica Sinica, 2004, 59(4), 629-638 (In Chinese).
- [4] Fan Yang, Dongzhi Zhao, Application of CBERS to study pattern changes of wetland landscape in Shuangtaizi Estuary. Marine Environmental Science, 2008, 27(6), 641-646 (In Chinese).
- [5] Gaodi Xie, Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2), 189-196 (In Chinese).
- [6] Yang Hai-bo, Wang Zong-min, An Eco-environment effect analysis of Miyun County Based on RS and GIS, 2008, 4, 64-68 (In Chinese).
- [7] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? Ecosystem, 1998, 1: 143-156.
- [8] Hargis C D, Bissonette J A, David J L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. Landscape Ecology, 1998, 13: 167-186.
- [9] Bojie Fu, The Spatial Pattern Analysis of Agricultural Landscape in the Loess Area. ACTA ECOLOGICAL SINICA, 1995, 15(2): 113-120 (In Chinese).
- [11] Wang Xianli, XiaoDuning, Analysis on Landscape Patterns of Liaohe Delta Wetland. ACTA ECOLOGICAL SINICA, 1997, 17(3): 317-323 (In Chinese).
- [12] Zhu Huiyi, Li Xiubin, Discussion on the Index Method of Regional Land Use Change. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(5), 643-650 (In Chinese).
- [13] Robert Costanza, Ralph d'Arge et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.